

# Proyecto Fin de Carrera

Diseño de una explotación de arándanos  
en el T.M de Aragües del Puerto (Huesca)

## MEMORIA

Autora

Laura Garrido Villanueva

Director

Dr. Ramón Juan Reiné Viñales

Escuela Politécnica Superior de Huesca/Universidad de Zaragoza  
2014

## AGRADECIMIENTOS

Sin duda el presente trabajo fin de carrera lleva implícita la necesidad de manifestar mi más sincero y cordial agradecimiento a todas las personas que han hecho posible su desarrollo, en concreto: A Pedro Pinedo por haberme ofrecido la oportunidad de realizar un proyecto de estas características y poder formar así parte de lo que seguro será un gran futuro.

Al Dr. Ramón Juan Reiné Viñales por su dirección, instrucción y ofrecimiento, pero sobre todo por su ayuda y diálogo en los últimos momentos.

A D. Jesús Guillén Torres por todo su tiempo, sus rápidas y eficaces soluciones y sobre todo por los ánimos dados y al Dr. Antonio Javier Garcés Tebar por su ayuda impagable y sus consejos.

También a todo el personal del Laboratorio Agroambiental del Departamento de Agricultura y Alimentación General de Aragón, en especial a D. Jesús Ángel Betrán Aso, por su ayuda en los análisis tanto de suelo como de agua.

## ÍNDICE DE LA MEMORIA

<b>1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO .....</b>	<b>3</b>
<b>DEFINIDO.</b>	
1.1. OBJETO .....	3
1.2. ANTECEDENTES.....	3
1.3. SITUACIÓN ACTUAL .....	4
<b>2. FISIOLÓGIA Y BOTÁNICA.....</b>	<b>4</b>
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA .....	4
2.2. FENOLOGÍA.....	4
2.3. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS .....	5
<b>3. ESTADÍSTICAS DEL CULTIVO .....</b>	<b>7</b>
3.1. EN EL MUNDO.....	7
3.2. EN LA U.E Y EN ESPAÑA.....	7
<b>4. ESTUDIO CLIMÁTICO .....</b>	<b>8</b>
4.1. ELEMENTOS DEL CLIMA.....	8
4.1.1. Temperaturas.....	8
4.1.2. Régimen de heladas.....	9
4.1.3. Horas-frío.....	9
4.1.4. Pluviometría .....	9
4.1.5. Diagrama ombrotérmico.....	11
4.2. CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA .....	12
4.3. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN .....	12
<b>5. ANÁLISIS DEL SUELO.....</b>	<b>13</b>
5.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS .....	13
5.1.1. Textura.....	13
5.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS. FERTILIDAD .....	13
<b>6. ESTUDIO DEL AGUA DE RIEGO .....</b>	<b>14</b>
6.1. SALINIDAD.....	14
6.2. SODICIDAD .....	15
6.3. TOXICIDAD .....	15
6.4. OTROS PARÁMETROS .....	15
6.4.1. pH .....	15
6.4.2. Contenido en sales.....	16
6.4.3. Carbonato sódico residual .....	16

6.4.4.	Exceso de nitrógeno .....	16
6.4.5.	Dureza .....	16
7.	PROCESO PRODUCTIVO .....	17
7.1.	PREPARACIÓN DEL TERRENO Y PLANTACIÓN.....	17
7.2.	FERTILIZACIÓN Y ENMIENDAS .....	18
7.2.1.	Enmienda ácida .....	18
7.2.2.	Fertilización de fondo .....	18
7.2.3.	Fertilización anual .....	18
7.3.	PODA.....	19
7.4.	RIEGOS .....	19
7.5.	LUCHA CONTRA PLAGAS Y ENFERMEDADES .....	19
7.6.	LUCHA CONTRA MALAS HIERBAS .....	20
7.7.	RECOLECCIÓN Y MANIPULACIÓN .....	20
8.	DISEÑO AGRONÓMICO DEL RIEGO .....	21
8.1.	CÁLCULO DE LAS NECESIDADES REALES .....	21
8.2.	CÁLCULO DEL CAUDAL FICTICIO CONTINUO .....	21
9.	DISEÑO HIDRÁULICO DEL RIEGO POR GOTEIO .....	21
9.1.	CÁLCULO DEL CAUDAL DE BOMBEO .....	22
9.2.	CÁLCULO DE LAS TUBERÍAS .....	22

# 1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO

## 1.1. OBJETO

Se elabora este proyecto “Diseño de una explotación de agricultura ecológica de arándanos en el T.M. de Aragües del Puerto (Huesca)”, por encargo del arrendatario de la finca, ante el deseo de comenzar una nueva actividad empresarial relacionada con la explotación de suelo agrícola.

La parcela en la que se ubicará tiene una superficie de 0,94 hectáreas. Desde hace más de 5 años la parcela está sin explotar y sobre ella no se realiza ningún tipo de labor.

El proyecto se centrará en el manejo del cultivo, la instalación de un sistema de riego por goteo y el dispositivo para la fertirrigación.

## 1.2. ANTECEDENTES

La parcela objeto de este proyecto se encuentra en el término municipal de Aragües del Puerto, dentro del Parque Natural de los Valles Occidentales. Aragües del Puerto es un pequeño municipio de la provincia de Huesca que pertenece a la comarca de La Jacetania. Se encuentra a una altitud de 970 msnm.



**Figura 1. Situación del T.M de Aragües del Puerto dentro de la comarca de la Jacetania. (Fuente: Imágenes Google, 2013)**

### **1.3. SITUACIÓN ACTUAL**

La parcela forma parte de la Red Natura 2000, además está dentro de una Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) y es un Lugar de Importancia Comunitaria (LIC).

La parcela se encuentra en la ribera del río Osia. Este río abastece al municipio de Aragües del Puerto y es el afluente más importante del río Aragón Subordán.

## **2. FISIOLÓGICA Y BOTÁNICA**

### **2.1. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA**

El arándano (*Vaccinium* spp.), es un frutal menor nativo de Norteamérica, pertenece a la familia Ericaceae, subfamilia Vaccinioideae, subgénero Cynacoccus y es considerado dentro del grupo de los berries. (Pritts, 1992)

Se trata de arbustos erectos o rastreros, con altura variable según la especie, de hojas alternas, caducas o perennes, y de una gran longevidad, pudiendo superar los 50 años en muchos casos.

En la actualidad existen cuatro especies de arándanos que se cultiven; Highbush (*Vaccinium corymbosum*), lowbush (*Vaccinium myrtilloides* y *Vaccinium angustifolium*) y rabbiteye (*Vaccinium ashei*). Lo que diferencia estos tres grupos son sus hábitos de crecimiento.

### **2.2. FENOLOGÍA**

Comenzaremos el ciclo a partir del reposo invernal, momento por el que pasa cualquier especie frutal en el clima en el que nos encontramos. Al terminar este período se inicia la movilización de nutrientes por parte del arbusto hasta las zonas de brotación.

Al aparecer las hojas, la planta acelera su velocidad de absorción de agua y nutrientes, estamos en la etapa de máximas necesidades. A continuación se inicia la

floración, en la que los nutrientes están destinados a los órganos reproductivos, en este período es cuando mayor sensibilidad al frío existe.

### **2.3. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS**

El fruto tiene una pulpa jugosa, más o menos acidulada y aromática, según cultivares. Al arándano se le reconocen importantes propiedades nutraceuticas. Reduce los niveles de unas sustancias perjudiciales y ligadas al Alzheimer. Otra de las características de estos frutos es su abundancia en pigmentos naturales, antocianos y carotenoides, de acción antioxidante.

**Tabla 1. Composición química de los arándanos. Concentraciones de los elementos en 100g de fruto. (Nutriente Data Laboratory, 2012)**

<b>/100g de fruto</b>		
<b>ELEMENTOS</b>		
Agua	84,21	G
Energía	57	Kcal
Proteína	0,74	G
Lípidos totales	0,33	G
Carbohidratos	14,49	G
Fibra total	2,4	G
Azúcares totales	9,96	G
<b>MINERALES</b>		
Calcio	6	Mg
Hierro	0,28	Mg
Magnesio	6	Mg
Fósforo	12	Mg
Potasio	77	Mg
Sodio	1	Mg
Zinc	0,16	Mg
<b>VITAMINAS</b>		
Vit. C	9,7	Mg
Tiamina	0,037	Mg
Riboflavina	0,041	Mg
Niacina	0,418	Mg
Vit. B <sub>6</sub>	0,052	Mg
Folato, RAE	6	µg
Vit. B <sub>12</sub>	0,00	µg
Vit. A, RAE	3	µg
Vit. E (alfa-tocoferol)	0,57	Mg
Vit. D (D <sub>2</sub> + D <sub>3</sub> )	0,0	µg
Vit. D	0	IU
Vit. K (filoquinona)	19,3	µg
<b>LÍPIDOS</b>		
Ácidos grasos saturados	0,028	G
Ácidos grasos monosaturados	0,047	G
Ácidos grasos polisaturados	0,146	G
Colesterol	0	Mg



### 3. ESTADÍSTICAS DEL CULTIVO

#### 3.1. EN EL MUNDO

El consumo de arándanos está creciendo considerablemente año tras año debido, principalmente, a sus características organolépticas y culinarias, su alto contenido en antioxidantes y sus otros muchos beneficios para la salud.

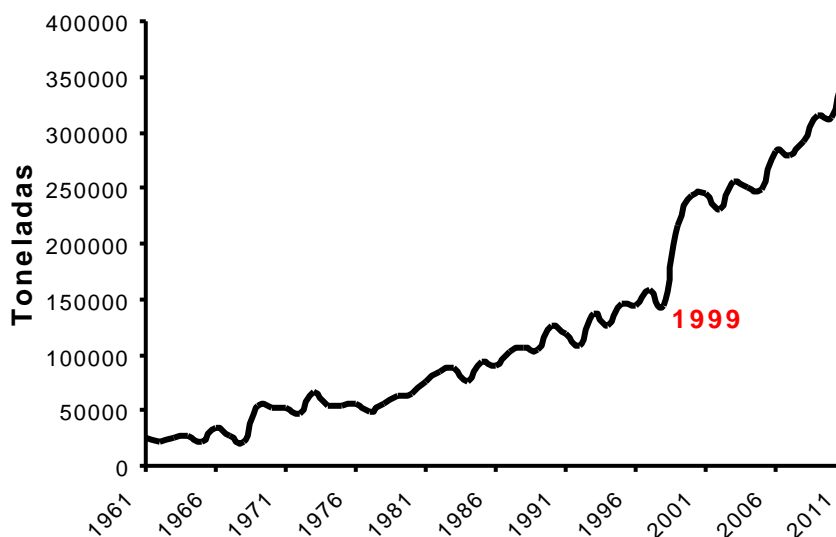
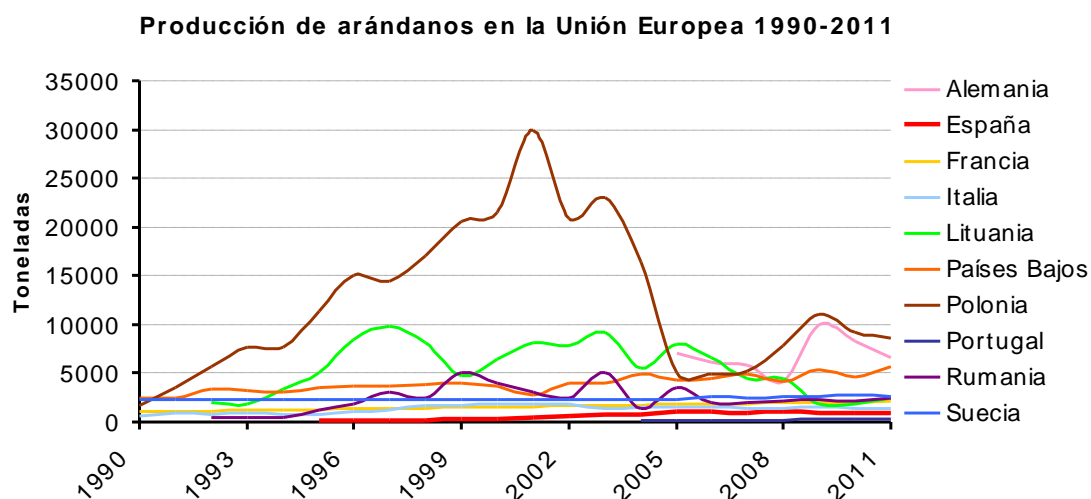


Figura 2. Producción mundial de arándanos. (Fuente: FAO, 2012)

#### 3.2. EN LA U.E Y EN ESPAÑA

A nivel mundial, como cabía esperar, España no tiene un papel relevante en cuanto al mercado del arándano se refiere. Sin embargo a nivel europeo pese a la escasa producción de esta fruta, España es uno de los países en los que el cultivo del arándano está teniendo mayores aumentos.



**Figura 3. Principales productores de arándanos dentro de la Unión Europea.**  
(Fuente: FAO, 2012)

En España el cultivo de arándanos comenzó hace 20 años en Asturias. Actualmente la actividad se centra sobre todo en Huelva con las variedades Highbush de bajas necesidades de frío. También Asturias ha mantenido su importancia y a ella se le ha sumado Cantabria, cuyas plantaciones de arándanos son aún muy jóvenes pero prometedoras.

## 4. ESTUDIO CLIMÁTICO

La serie de datos de pluviometría tomados corresponde a un periodo de años, de 1990 al 2010, mientras que la serie de datos de temperatura abarca un período de 22 años, de 1990 al 2012.

### 4.1. ELEMENTOS DEL CLIMA

Son los elementos que van a influir en el riego y en el tipo de cultivo a cultivar en la zona, estos elementos son: la temperatura, la precipitación, la humedad relativa y el viento.

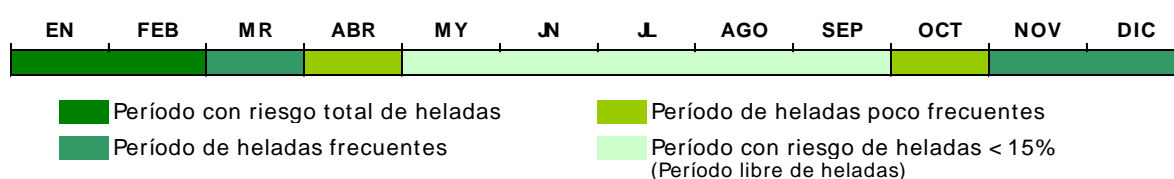
#### 4.1.1. Temperaturas

La temperatura media del mes más cálido es de 20,3°C, siendo éste agosto, mientras que para el mes más frío, enero, es de 4,1°C.

Para la serie de años estudiada, la temperatura media máxima del mes más cálido es de 27,8°C, alcanzada en agosto; la temperatura media mínima del mes más frío se da en enero, con un valor de -0,6°C.

#### 4.1.2. Régimen de heladas

A partir de la temperatura media de las mínimas mensuales se divide el año en cuatro épocas según la probabilidad de producirse heladas:



**Figura 4. Esquema de los distintos períodos de heladas.**

#### 4.1.3. Horas-frío

El número total de horas-frío es el resultado de la suma del número mensual de horas bajo 7°C, es decir; **1802,6 horas-frío**.

Recordemos que las necesidades de horas-frío del arándano están entre 750-1200 así que se cumplen holgadamente.

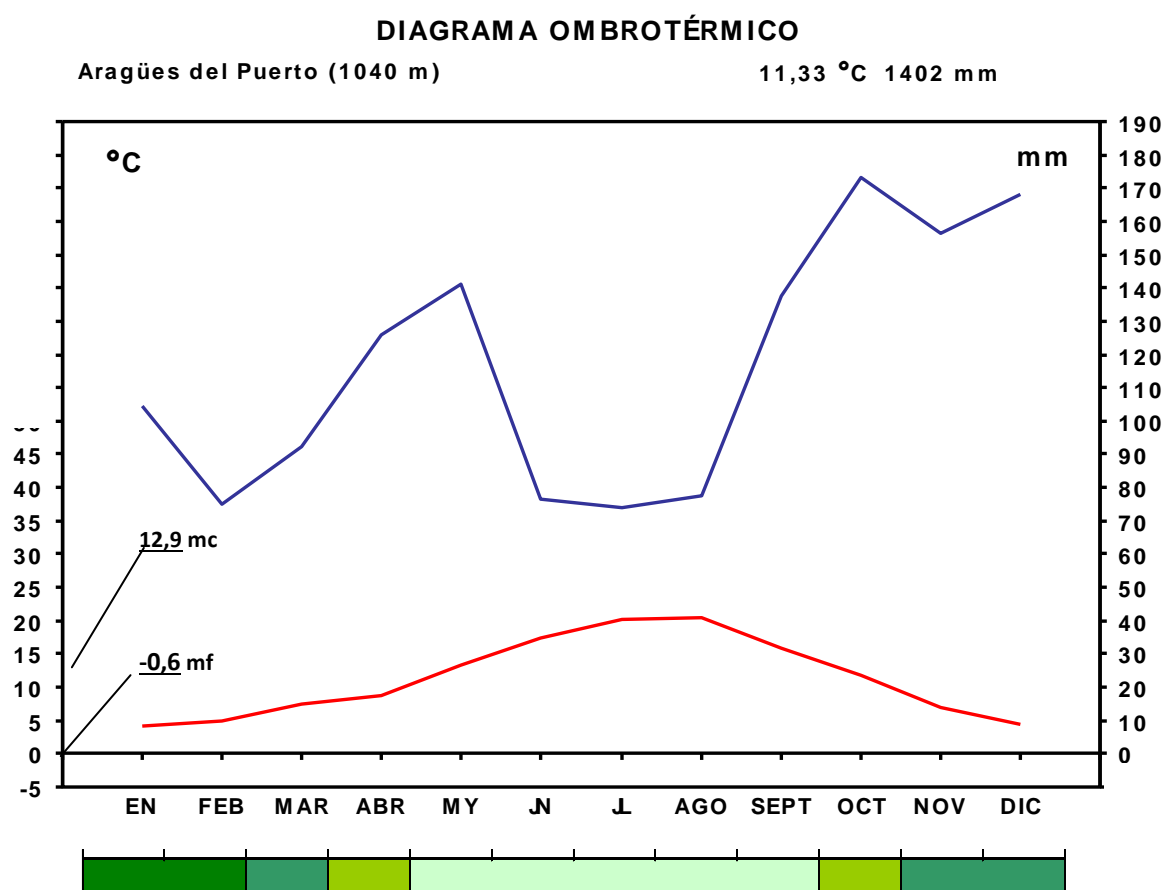
#### 4.1.4. Pluviometría

La precipitación media anual es de 1402,2 mm; siendo octubre el mes más lluvioso con una media de 173,5 mm y julio el mes más seco con tan solo 74,0 mm de media.

Tabla 2. Distribución anual de las precipitaciones. Período de 1990-2010. Estación meteorológica de Aragües del Puerto (cod. 9208) (Fuente: AEMET, 2013)

		Precipitación media (mm)	% precipitación estación
<b>INVIERNO</b>	DICIEMBRE	168,0	24,8
	ENERO	104,7	
	FEBRERO	74,8	
	<b>Total</b>	<b>347,4</b>	
<b>PRIMAVERA</b>	MARZO	92,3	25,6
	ABRIL	125,8	
	MAYO	141,2	
	<b>Total</b>	<b>359,3</b>	
<b>VERANO</b>	JUNIO	76,6	16,3
	JULIO	74,0	
	AGOSTO	77,4	
	<b>Total</b>	<b>228,0</b>	
<b>OTOÑO</b>	SEPTIEMBRE	137,4	33,3
	OCTUBRE	173,5	
	NOVIEMBRE	156,6	
	<b>Total</b>	<b>467,5</b>	

## 4.1.5. Diagrama ombrotérmico



Serie de años de temperaturas.....de enero de 1990 a diciembre de 2012

Serie de años de precipitación.....de 1990 a 2010

mc.....media de las máximas del mes más cálido

mf.....media de las mínimas del mes más frío

Período con riesgo total de heladas

Período de heladas frecuentes

Período de heladas poco frecuentes

Período con riesgo de heladas < 15%  
(Período libre de heladas)

**Figura 5. Diagrama ombrotérmico de la estación meteorológica de Aragües del Puerto (cod. 9208)**

## 4.2. CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA

En función de los datos climáticos obtenidos, se procede a caracterizar el clima de la zona por la clasificación de Rivas Martínez utilizando los índices de mediterraneidad y el ámbito geográfico.

La región bioclimática a la que pertenece la zona de nuestro estudio, es la Región Eurosiberiana - Piso Montano – Hiperhúmedo.

## 4.3. CÁLCULO DE LA EVAPOTRASNPIRACIÓN

El cálculo de la evapotranspiración es fundamental en todos los cultivos, ya que nos permite estimar las necesidades hídricas de los mismos.

Para su cálculo hemos utilizado el programa CROPWAT 8.0 (FAO, 2006) para Windows con el que también diseñaremos el programa de riego.

Para el cálculo de la evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ ) hemos utilizado el método aconsejado por la FAO de Penman-Monteith (Allen *et al.*, 1998), aunque carecemos de algunos datos, como radiación o viento, estos los supone el programa.

**Tabla 3. Output del programa CROPWAT 8.0**

	Tmín °C	Tmáx °C	Humedad %	Viento km/día	Insolación horas	Rad MJ/m²/día	ET <sub>0</sub> mm/día
Enero	-0.6	8.9	76	173	4,9	7,1	0.85
Febrero	-0.5	10.3	74	173	6,0	10,2	1.24
Marzo	1.8	13.3	73	173	7,2	14,7	1.97
Abril	3.1	14.4	73	173	8,0	18,8	2.6
Mayo	7.3	19.5	73	173	9,5	22,9	3.64
Junio	10.5	24.4	71	173	11,4	26,2	4.72
Julio	12.7	27.7	70	173	12,3	27,0	5.28
Agosto	12.9	27.8	70	173	11,6	24,2	4.85
Septiembre	9.5	22.4	72	173	9,3	18,1	3.29
Octubre	6.6	17.2	75	173	7,0	12,0	1.95
Noviembre	2.2	11.9	76	173	5,6	8,1	1.12
Diciembre	0	8.9	77	173	4,7	6,3	0.77
Promedio	5.5	17.2	73	173	8,1	16,3	2.69

Datos estimados por CROPWAT 8.0

Como podemos observar, el mes de máxima evapotranspiración es el mes de julio con una  $ET_0$  de 5,28 mm/día.

## **5. ANÁLISIS DEL SUELO**

El suelo es el medio de sustento de la planta, como tal, es vital para el desarrollo de esta, y por lo tanto es necesario conocer sus características para poder utilizarlo de forma adecuada.

Para la caracterización edáfica y el análisis de su suelo se hizo un muestreo siguiendo las especificaciones del Anejo N° 2 de la Normativa Técnica Específica para la Producción Integrada de Fruta de Pepita (BOA, 2007).

### **5.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS**

#### **5.1.1. Textura**

Esta se refiere a la distribución de tamaños de las partículas elementales que lo componen. Con arreglo al tamaño y con ayuda del triángulo de textura determinaremos exactamente el tipo de suelo.

Con los datos aportados por el Laboratorio Agroambiental entramos en el diagrama textural del USDA y comprobamos que se trata de un suelo **franco**, clase textural perfectamente adecuada para el cultivo del arándano y en general para cualquier cultivo.

### **5.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS. FERTILIDAD**

Dadas las características morfológicas que presenta el arándano, como es su sistema radicular superficial y poco profundo, para la interpretación de resultados nos centraremos en los primeros 30 cm de suelo.

Tabla 4. Análisis de suelo 0-30 cm.

FERTILIDAD		0-30 cm
pH al agua 1:2,5 por potenciometría	6,5 ± 0,2	
Salinidad (C.E. 1:5 a 25°C)	0,1 ± 0,01	dS/m
Materia Orgánica	2,92 ± 0,37	g/100g
Fósforo soluble (Olsen)	3 ± 0,6	mg/kg
Potasio (extracto acetato amónico)	54 ± 9	mg/kg
CATIONES DE CAMBIO		
Magnesio (extracto acetato amónico)	50 ± 10	mg/kg

Al comparar estos valores con los requerimientos del arándanos vemos que todos están dentro del rango óptimo de crecimiento del mismo, sin embargo el valor del pH del suelo puede ocasionarnos problemas durante el desarrollo del cultivo por lo que es necesario realizar una enmienda ácida en el suelo.

Para solucionar este problema y bajar el pH del suelo hasta 5 aportaremos 1710 kg de azufre por ha, repartido eso sí en dos dosis.

## 6. ESTUDIO DEL AGUA DE RIEGO

Para la determinación de la calidad del agua de riego se tomó una muestra de 400 ml, procedente del río Osia, del que deriva la acequia de abastecimiento a la parcela objeto del proyecto.

La muestra fue tomada el día 11 de mayo de 2013 y, al igual que las muestras de suelo, ésta fue analizada por el Laboratorio Agroambiental del Departamento de Agricultura y Alimentación General de Aragón.

### 6.1. SALINIDAD

Un alto contenido en sales disueltas en el suelo disminuye el potencial osmótico y exige a las raíces un esfuerzo adicional para absorber agua, lo que ocasiona una reducción en el rendimiento de los cultivos.

El agua de riego analizada no presenta problemas de salinidad, ya que tenemos valores de  $0,38 \pm 0,01$  mmhos/cm, muy por debajo del límite de 0,7 indicado por la FAO. De acuerdo con los valores de Ayers y Westcot (1985) tampoco podemos



decir que esta salinidad tan baja condicione la permeabilidad del agua, puesto que supera el límite de 0,2 mmhos/cm.

## **6.2. SODICIDAD**

El criterio de sodicidad, también llamado criterio de permeabilidad o criterio de infiltración, analiza el riesgo de que se induzca en el suelo un elevado PSI (Porcentaje de saturación de Sodio Intercambiable), con deterioro de su estructura por dispersión e hinchamiento. La posibilidad de que el agua ocasione estos problemas se evalúa por el método del índice RAS (Relación de Adsorción de Sodio).

El valor calculado de RAS ajustado que posee nuestra muestra de agua de riego es de 0,10. Atendiendo a este valor y a los criterios de Ayers y Westcot de 1985, afirmamos que no tendremos problemas de sodicidad.

## **6.3. TOXICIDAD**

A diferencia de la salinidad y sodicidad, que son problemas externos de la planta y que dificultan la absorción de agua, la toxicidad es un problema interno que se produce cuando determinados iones, absorbidos principalmente por las raíces, se acumulan en las hojas mediante la transpiración, llegando a alcanzar concentraciones nocivas.

Los valores de nuestra agua de riego se encuentran muy por debajo del límite inferior que indica algún tipo de problema, por lo que no existe riesgo de toxicidad.

## **6.4. OTROS PARÁMETROS**

### **6.4.1. pH**

El intervalo óptimo de pH se sitúa entre 6,5 y 8,4, estando el valor del agua del río Osia en 8,03, es decir, dentro de estos límites. Por lo tanto se considera esta agua apta para el riego.

#### **6.4.2. Contenido en sales**

El contenido en sales del agua es peligroso cuando pasa de 1g/L. Este contenido se obtiene midiendo la conductividad eléctrica, que indica la facilidad con que una corriente eléctrica pasa a través del agua, de forma que cuanto mayor sea el contenido en sales solubles ionizadas, mayor será el valor de esta.

La cantidad de sales disueltas e ionizadas en el agua es proporcional a la cantidad de corriente que pasará a través de ésta. Obteniendo un valor de 243,2mg/L. es decir, según esto el agua se considera apta para el riego.

#### **6.4.3. Carbonato sódico residual**

El contenido del agua de riego en carbonato sódico residual es de 0,39 meq/L, por lo que el agua es recomendable para el riego al ser este valor inferior a 1,25meq/L.

#### **6.4.4. Exceso de nitrógeno**

El nitrógeno contenido en el agua de riego es beneficioso como fertilizante, pero, en exceso, tiene efectos perjudiciales tanto sobre los cultivos, como sobre el sistema de riego, ya que incluso contenidos en nitrógeno inferiores a 5 mg/L pueden producir obturaciones en los emisores de riego localizado.

El contenido en nitratos del agua de riego analizada es de 0,15 mg/L, este valor es muy inferior a los 5 mg/L que se indican, por lo que consideramos que no ocasionará problemas de obturaciones en los goteros.

#### **6.4.5. Dureza**

El grado de dureza se refiere al contenido en calcio que hay en éstas. Su cálculo se expresa en grados franceses (°F). El valor obtenido es de 26,45°F, por lo tanto, el agua se puede clasificar como medianamente dura, según los tipos de agua definidos por Ros, 2001.

## **7. PROCESO PRODUCTIVO**

### **7.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO Y PLANTACIÓN**

Las operaciones de preparación del terreno tienen como finalidad dejar el suelo en las condiciones idóneas para el desarrollo de las plantas que en él se van a desarrollar. Todas ellas se deberán realizar cuando el terreno este en “tempero”, es decir, con la cantidad de humedad idónea.

Para levantar la pradera existente se realizará un pase de vertedera a unos 30-40 cm de profundidad, con esta labor voltearemos el suelo enterrando así los restos vegetales, y el abonado de fondo y la enmienda ácida calculada para disminuir el pH del suelo.

Para el abonado de fondo utilizaremos una abonadora agrícola centrífuga.

Tras esto se hará un pase de grada para dejar el suelo sin obstáculos y distribuir homogéneamente los aportes. Finalmente pasaremos el rulo para dejar la superficie lista para el replanteo.

Realizaremos caballones de unos 30 cm de altura para disminuir ataques de roedores. Colocaremos los cepellones sobre el caballón y crearemos una zona en la que, gracias a la malla anti-hierba, las condiciones para el desarrollo de las plantas serán óptimas. El caballón irá recubierto de una malla anti-hierba y bajo ella se distribuirá manualmente corteza y serrín, aumentando así el contenido en materia orgánica del terreno y ayudando también a evitar la proliferación de malar hierbas.

Los cepellones provienen de vivero y son plantas de 2 años. El marco de plantación de los mismos será de 1x3m.

## **7.2. FERTILIZACIÓN Y ENMIENDAS**

### **7.2.1. Enmienda ácida**

Aplicaremos 1710kg de azufre por ha, distribuidos en dos aplicaciones. Se distribuirá en una capa arable de unos 15cm.

### **7.2.2. Fertilización de fondo**

Según el análisis de suelo, este contiene un 2,9% de materia orgánica, a pesar de tener un contenido alto en materia orgánica, debido a las necesidades de los arándanos se opta por añadir 12 toneladas de estiércol de vacuno. Además de este estiércol, al levantar la pradera existente se entierra para aportar aún más materia orgánica.

Además de materia orgánica, este estiércol aportará cierta cantidad de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio.

### **7.2.3. Fertilización anual**

La recomendación de fertilización para los arándanos en plena producción es de 90 unidades de N por ha, 45 de  $P_2O_5$  y 90 unidades de  $K_2O$ , además de 25 de MgO. Sin embargo, en años iniciales las necesidades son 15 UF de N, 6,6 de  $P_2O_5$  y 15 UF de  $K_2O$ .

Aun teniendo estos datos he calculado las necesidades del cultivo de manera más precisa, obteniendo lo siguiente; Los aportes necesarios de nitrógeno ascienden a 65,54 kg, los de fósforo (en forma de  $P_2O_5$ ) 1,42 kg y potasio (en forma de  $K_2O$ ) a 7,15 kg, todo ello referido a kg por t de fruta.

### **7.3. PODA**

Durante el primer año tras la plantación no realizaremos ningún tipo de poda para que el cultivo agarre bien y crezca con fuerza, de esta manera nuestra plantación de arándanos tendrá una mayor vida productiva.

Realizaremos distintos tipos de poda, tanto de formación como de fructificación, sobretodo en esta última nos centraremos en eliminar las ramas que cierran dentro de la mata, ya que impide su insolación y aireación. En la poda de formación, nuestro objetivo será conseguir una planta de unos 2 m de alto con entre 6 y 8 ramas principales.

### **7.4. RIEGOS**

El primer riego lo daremos después de la plantación, para que los arbustos no se estresen por falta de agua. Es evidente que la climatología y la naturaleza del suelo marcan el número de riegos necesarios, daremos unos 2 riegos por día con un caudal por planta de 12l/día. Al ser unas necesidades pequeñas podríamos dar el riego de una sola vez, pero en este caso es preferible dar más riegos con poco caudal, ya que como hemos indicado antes el arándano es un arbusto que puede sufrir de asfixia por encharcamiento.

### **7.5. LUCHA CONTRA PLAGAS Y ENFERMEDADES**

Al igual que ocurre en cualquier cultivo de nueva implantación en una zona determinada, durante los primeros años de cultivo no se dan problemas de plagas ni de enfermedades, esto ocurre porque el cultivo es reciente, tanto para el suelo como para todos los organismos y fauna que en él habitan. No ha existido coevolución con el cultivo por lo que los insectos que puedan ocasionar daños en él serán mínimos.

Por esta razón y fijándonos en la situación de Asturias, donde llevan con este cultivo más de 20 años y no han tenido grandes problemas de plagas, no nos vemos en la necesidad de establecer ningún plan de acción contra plagas ni enfermedades. Si es cierto que realizaremos controles visuales del estado sanitario de los arbustos.

Si fuera necesario combatir con algún tipo de plaga, lo más probable es que fueran cochinillas, orugas o pulgones y la lucha biológica contra estos organismos está cada vez más extendida. Como método de control contra los ataques de cochinilla usaremos emulsiones de aceite vegetal.

## **7.6. LUCHA CONTRA MALAS HIERBAS**

Frente a la lucha contra las malas hierbas, nuestro método consistirá en cubrir el suelo de la línea de plantación con materiales orgánicos, esto simplemente como mecanismo para aumentar la materia orgánica del suelo, y además disponer material sintético en forma de malla anti-hierba. De esta manera evitaremos el crecimiento de malas hierbas y mantendremos la humedad en la zona del sistema radical.

## **7.7. RECOLECCIÓN Y MANIPULACIÓN**

En esta plantación dada su situación geográfica y sus clima, está previsto que la recolección comience a mediados de junio y que pueda alargarse hasta finales de agosto e incluso principios de septiembre, momento en el que la oferta de arándanos a nivel europeo es muy escasa.

Al ser la recolección gradual, y sobretodo en los primeros años, donde la producción no alcanza números elevados, será el propio arrendatario de la finca el que se encargue de la recolección. En algún momento puntual puede contratar a otra persona si el trabajo es costoso.

Los frutos se recogen manualmente y con cuidado, sin presionar mucho ya que la idea es que las bayas estén maduras, y se colocan directamente en los envases finales, de entre 100 y 500 gramos. La selección ha de hacerse en el propio árbol, por ello el recolector tendrá que tener claro con que variedad está trabajando y cuáles son los síntomas de madurez en los frutos, ya que existen determinadas variedades que no se vuelven muy azuladas. Además del estado de madurez habrá que controlar el tamaño de los mismos y también que no estén húmedos, ya que esto puede ocasionar el crecimiento de algún problema relacionado con hongos.

## **8. DISEÑO AGRONÓMICO DEL RIEGO**

### **8.1. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES REALES**

He determinado cuales son las necesidades hídricas del cultivo. Teniendo en cuenta además que se trata de un riego por goteo, en el que la eficiencia de aplicación es de alrededor del 85%, además he considerado la corrección por efecto de localización y por condiciones locales.

Finalmente el mes con mayores necesidades hídricas y que por lo tanto será el limitante para el cálculo del riego es julio, con unas necesidades reales de 91,30mm/mes.

### **8.2. CÁLCULO DEL CAUDAL FICTICIO CONTINUO**

El caudal ficticio continuo representa las necesidades reales de riego calculadas mes a mes (para todo el periodo de riegos) y expresadas en forma de caudal continuo, es decir, en litros por segundo y hectárea.

Aplicando la expresión necesaria obtenemos un valor de 0,4L/s y ha.

## **9. DISEÑO HIDRÁULICO DEL RIEGO POR GOTEO**

Como las necesidades hídricas del arándano son escasas nos permitimos sobredimensionarlas a 4L/m<sup>2</sup> y día. A su vez decidimos a regar 2 horas al día e instalaremos emisores con caudal de 3,5l/h.

El marco de plantación será de 1x3 m, por lo tanto cada planta ocupa 3m<sup>2</sup>. Así tenemos unas necesidades por planta de 12l/día. Si estas necesidades las repartimos en las dos horas que hemos decidido regar y con los emisores aportando un caudal de 3,5l/h, necesitaremos colocar 1,7 emisores por arbusto.

Redondeamos esta cantidad a 2 emisores por árbol y los separaremos a una distancia de 0,5 m.

## **9.1. CÁLCULO DEL CAUDAL DE BOMBEO**

En primer lugar se han determinado cuales son las necesidades hídricas de los arándanos, para en función de estas necesidades usar un tipo bomba u otra.

En la parcela hay 3333 plantas, la media de necesidades hídricas por planta son de 12l/día, por lo que en total necesitare 40.000 l/día, suponiendo que quiera regar toda la parcela a la vez.

Decidimos bombear en 2 horas 40.000l/día, por lo que son 20.000l/h, por lo tanto bombeo un caudal de 5,55l/s, es un caudal pequeño es por ello que la bomba será de pequeñas dimensiones.

La potencia de la bomba es de 5,5 CV para que sea capaz de bombear un caudal de 20m<sup>3</sup>/h.

## **9.2. CÁLCULO DE LAS TUBERÍAS**

A continuación he calculado los diámetros de las tuberías de y las mangueras.

He seleccionado un gotero de PE Ø 20mm, ya que cumple con las pérdidas de carga

En el cálculo de la primaria y las secundarias, los diámetros son los siguientes:

Tubería primaria: Ø 90 PVC

Tuberías secundarias: Ø 40 PVC



## BIBLIOGRAFÍA

1. ABDELNOUR ESQUIVEL, A. and V. JIMÉNEZ BONILLA. 2011. *Identificación y Valor Nutricional De Algunas Especies Nativas De Arándano (Vaccinium spp.)*. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
2. ALLEN, R., et al. 2006. *Evapotranspiración Del Cultivo*. Anon.Roma: FAO. ISSN 92-5-304219-2.
3. ALMOROX, J. Evapotranspiración Potencial Según Thornthwaite. *Métodos de estimación de las evapotranspiraciones ETP y ETr*.
4. ANDREU, J., et al. 2006. Estiércoles y Fertilización Nitrogenada. En: Gobierno de Aragón. Centro de transferencia agroalimentaria, ed. Fertilización nitrogenada: guía de actualización. Gobierno de Aragón. Centro de transferencia agroalimentaria.
5. AYERS, R. S. and D. W. WESTCOT. 1985. *Water Quality for Agriculture*. FAO Irrigation and drainage paper 29. Roma: .
6. BOA. 2007. Norma Técnica Específica Para La Producción Integrada De Fruta De Pepita. 63.
7. CASANOVA GASTÓN, J. and R. J. REINÉ VIÑALES. 2001. *Prácticas De Arboricultural Frutal*. Anon. Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza.
8. CISNEROS, E. and M. BIRCHER. 2006. *Plan De Promoción Sectorial. Arándanos*. Anon.Argentina: Fundación Export.Ar.
9. CONTRERAS CIFUENTES, M. R. 2010. Efecto De La Aplicación De CPPU Sobre La Calidad De Fruta En Arándano Alto (*Vaccinium Corymbosum* L.) Cultivar Elliot. .
10. DEMCHAK, K. 2013. Blueberries. En: A. Kirsten, ed. The Mid-Atlantic berry guide. Pennsylvania: PennState. College of agricultural science.
11. Diario oficial de la Unión Europea. 2008. 889.
12. Diario Oficial de la Unnión Europea. 2008. Disposiciones De Aplicación Del Reglamento (CE) nº 834/2007 Del Consejo Sobre Producción y Etiquetado De Los Productos Ecológicos. 889.
13. FAO. 2012. *Faostat*. <http://faostat.fao.org/?lang=es#> Anon.
14. FORBES, P., E. MANGAS RAMIS, and N. PAGANO. 2009. Producción De Arándanos. *Diseño y evaluación de proyectos agroindustriales*.
15. GARCÍA ROLLÁN, M., ed. 1985. *Claves De La Flora De España. Volumen I*. Anon.Madrid: Mundi-Prensa.
16. GARCÍA RUBIO, J. C. and García González de Lena, G. 2006. *Orientaciones Para El Cultivo Del Arándano. El Cultivo Del Arándano En Asturias*. Servicio regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario. Asturias: Ministerio deMedio Ambiente y Medio Rural y Marino.
17. GIL-ALBERT VELARDE, F. 1998. *Tratado De Arboricultura Frutal. Vol II. La Ecología Del Árbol Frutal*. 4ª edn. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Madrid: Mundi-Prensa. ISBN 84-491-0336-3.
18. GRAEPEER THOMAS, E. and T. BUCIEN. 2012. *Production Guide for Organic Blueberries*. J. Carroll, M. Pritts and C. Heidenreich. New York: NYS IPM.
19. HANSON, E. and J. HANCOCK. Marzo, 1996. *Managing the Nutrition of Highbush Blueberries*. Michigan State University Extension edn. Anon.

20. HART, J., *et al.* Noviembre 2006. *Nutrient Management for Blueberries in Oregon*. Anon. Corvallis, Oregon: Oregon State University Extension Service.
21. MATARRANZ GÓMEZ, J. I. Octubre 2008. Inventario Dasométrico-Botánico De La Vegetación Leñosa En El Término Municipal De La Acebeda (Madrid). *Universidad Politécnica de Madrid*.
22. MERLET, H. and M. D'ETIGNY. 1989. Frutales Menores y De Hoja Persistente. *Requerimientos de clima y suelo*. 84.
23. Nutrient Data Laboratory. Septiembre 2012. *Nutrient Data for Blueberries, Raw*. <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2184> Anon. Beltsville, Maryland: USDA.
24. PIZARRO, R., *et al.* 2004. *Módulo 3: Curvas De Infiltración*. Sociedad estándares de ingeniería para aguas y suelos Ltda.
25. PRITTS, M. and J. HANCOCK. 1992. *Highbush Blueberry Production Guide*. Northeast Regional Agricultural Engineering Service. Nueva York: .
26. RAWLS, W. J., D. L. BRAKENSIEK, and K. E. SAXTON. 1992. Estimation of Soil Water Properties. *Transactions of the ASAE*. 25(5), pp 1316.
27. RIVAS-MARTÍNEZ, S. 1983. Pisos Bioclimáticos De España. *Lazaroa*. 5 pp 33.
28. ROJANO, B., I. C. ZAPATA, and C. FARID. 2012. Estabilidad De Antocianinas y Valores De Capacidad De Absorbancia De Radicales Oxígeno (ORAC) De Extractos Acuosa De Corozo (*Bactris Guineensis*). *Revista Cubana de Plantas medicinales*. 17(3), pp 244.
29. SCHILDER, A. and T. MILES. Diciembre 2004. *Virus and Viruslike Diseases of Blueberries*. Michigan Agricultural Experiment Station. Michigan: Michigan University.
30. SERIDA. 2005. Boletín Informativo. 1.
31. Spectrum Analytic Inc. *Fertilizing Blueberries*. Anon. Ohio: Spectrum Analytic.
32. VIDAL, I. 2007. *Fertirriego En Berries*. Anon. Chile: Fac. de Agronomía de la Universidad de Concepción.